

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re PATENT APPLICATION of
Inventor(s): TOURUNEN

Appln. No.: 10
Series Code ↑ Serial No. ↑

Group Art Unit: Not Yet Assigned

Filed: January 15, 2002

Examiner: Not Yet Assigned

Title: PROCESSING OF ERRONEOUS DATA IN
TELECOMMUNICATIONS SYSTEM PROVIDING PACKET-
SWITCHED DATA TRANSFER

Atty. Dkt. P 290443 2010029US/SML/kop

M#

Client Ref

Date: January 15, 2002

**SUBMISSION OF PRIORITY
DOCUMENT IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF RULE 55**

Hon. Asst Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Please accept the enclosed certified copy(ies) of the respective foreign application(s) listed below for which benefit under 35 U.S.C. 119/365 has been previously claimed in the subject application and if not is hereby claimed.

<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
20010099	FINLAND	January 16, 2001

Respectfully submitted,

Pillsbury Winthrop LLP
Intellectual Property Group

1600 Tysons Boulevard
McLean, VA 22102
Tel: (703) 905-2000

Atty/Sec: CHM/JRH

By Atty: Christine H. McCarthy

Reg. No. 41844

Sig: 

Fax: (703) 905-2500
Tel: (703) 905-2143

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 19.11.2001

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

JC978 U.S. PTO
10/045021
01/15/02



Hakija
Applicant
Nokia Mobile Phones Ltd
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no
20010099

Tekemispäivä
Filing date
16.01.2001

Kansainvälinen luokka
International class
H04L

Keksinnön nimitys
Title of invention

"IP-datan siirtäminen tietoliikennejärjestelmässä"

Hakemus on hakemusdiaariin 19.11.2001 tehdyn merkinnän mukaan siirtynyt Nokia Corporation nimiselle yhtiölle, Helsinki.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 19.11.2001 been assigned to Nokia Corporation, Helsinki.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kalla
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1782/1995 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1782/1995 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite:	Arkadiankatu 6 A	Puhelin:	09 6939 500	Telefax:	09 6939 5328
	P.O.Box 1160	Telephone:	+ 358 9 6939 500	Telefax:	+ 358 9 6939 5328
	FIN-00101 Helsinki, FINLAND				

IP-datan siirtäminen tietoliikennejärjestelmässä

Keksinnön tausta

Keksintö liittyy IP-datan (Internet Protocol) siirtämiseen tietoliikennejärjestelmässä ja erityisemmin järjestelmässä, jossa kompressoidaan IP-datan otsikkokenttiä.

IP-tekniikan nopea kehitys on laajentanut erilaisten IP-pohjaisten sovellusten käyttömahdollisuuksia myös perinteisen Internet-tiedonsiirron ulkopuolelle. Erityisesti IP-pohjaiset puhelinsovellukset ovat kehittyneet nopeasti, minkä seurauksena yhä suurempi osa puheluiden siirtotiestä voidaan toteuttaa IP-tekniikkaa hyödyntäen. Varsinkin matkaviestinverkoissa IP-tekniikan nähdään tarjoavan paljon etuja, sillä matkaviestinverkkojen perinteisten puhepalveluiden, jotka voitaisiin hoitaa erilaisten IP-puhe-sovellusten avulla, lisäksi matkaviestinverkoissa tullaan tarjoamaan yhä enemmän erilaisia datapalveluita, kuten Internetin selaamista ja sähköpostipalveluita, jotka on tyypillisesti edullisinta toteuttaa pakettivälitteisinä IP-pohjaisina palveluina. Näin matkaviestinjärjestelmien protokoliin sovitettavat IP-kerrokset voisivat palvella sekä audio/videopalveluita että erilaisia datapalveluita.

Matkaviestinverkoissa on erityisen tärkeää käyttää rajalliset radioresurssit hyväksi mahdollisimman tehokkaasti. Tämä taas vaikeuttaa IP-protokollien hyväksikäyttöä radiorajapinnalla, koska IP-pohjaisissa protokollissa erilaisten otsikkokenttien osuus siirrettävästä datasta on hyvin suuri, jolloin vastaavasti hyötykuorman osuus jää pieneksi. Rajallisten radioresurssien kannalta tätä suhdetta on tarve pienentää. Tätä tarkoitusta varten on kehitetty otsikkokenttien kompressointimenetelmiä, kuten IETF:n (Internet Engineering Task Force) ROHC (Robust Header Compression). Tämä hakemuksen yhteydessä hyötykuormalla tarkoitetaan olennaisesti sovelluksen kannalta hyödyllistä dataa ja otsikkokentillä sovelluksen tiedonsiirtoa hoitavien alempien kerrosten hyötykuormaan lisäämiä kenttiä. Puhesovelluksen hyötykuormaa ovat esimerkiksi ääninäytteet ja ohjausdata, otsikkokenttiä ovat verkkokerroksella (network layer) esimerkiksi RTP-, UDP- ja IP-otsikkokentät.

Ehdotetut kompressointimenetelmät vaativat kompressoimattomien otsikkokenttien välitystä yhteyden alussa ja mahdollisesti periodisesti. ROHC:ssa käytetään useita kompressointitiloja, jolloin kompressoinnin tehokkuus kasvaa aina siirryttäessä ylemmälle tilalle. Peruseriaatteena on, että kompressointi suoritetaan aina korkeimmassa mahdollisessa tilassa kuitenkin

niin, että kompressorilla on riittävä varmuus siitä, että dekompressorilla on riittävästi informaatiota dekompressoinnin suorittamiseen kyseisessä tilassa.

Tyypillisesti sovelluskerroksen datavuolle tiedonsiirron matkaviestinverkkoon tarjoavalle konvergenssientiteetille ja toisaalta RNC:n konvergenssientiteetille varataan looginen yhteys (Logical Connection), jota käyttäen IP-paketit siirretään fyysiselle kerrokselle. Kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmän UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) standardeissa on määritetty, että pakettidataprotokollakonvergenssikerroksen PDCP (Packet Data Protocol Convergence) entiteetti käyttää aina yhtä radio-
10 linkkikontrollikerroksen RLC (Radio Link Control) yhteyttä datavuon siirtoa varten. RLC-yhteyttä ja näin ollen loogista yhteyttä varattaessa neuvotellaan loogisen yhteyden ominaisuudet määrittävät parametrit, kuten yhteyden laatu-
tason määrittävät parametrit.

Erityisesti IP-puheen (VoIP Voice over IP) siirrossa otsikkokentät
15 voivat vaatia huomattavasti enemmän bittijää kuin hyötykuorma. Osa siirrettävistä otsikkokentistä voi olla kompressoitu, joten siirrettävissä IP-paketeissa otsikkokenttien koko voi vaihdella huomattavasti. Koska IP-pakettien hyötykuorma ja eri tavalla kompressoitujen otsikkokenttien siirretään samassa neuvoteltujen parametrien mukaisessa loogisessa yhteydessä, tiedonsiirto ei ole radio-
20 resurssien käytön kannalta optimaalista. Erityisesti UMTS-järjestelmää varten kehitetyn laajakaista-AMR WB AMR (Wideband Adaptive Multirate Codec) puhekoodekin tuottamaa IP-pakettivirtaa varten on varattava runsaasti kapasiteettia, mikä johtaa koodipuun epätaloudellisen käyttöön.

Keksinnön lyhyt selostus

25 Keksinnön tavoitteena on siten kehittää menetelmä ja menetelmän toteuttava laitteisto IP-datan tehokkaammaksi välittämiseksi radorajapinnan yli. Keksinnön tavoitteet saavutetaan menetelmällä, tietoliikennejärjestelmällä, matkaviestimellä ja radioresurssiohjaimella, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa. Keksinnön edulliset suoritus-
30 muodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten kohteena.

Keksintö perustuu siihen, että lähetettävien IP-pakettien otsikkokentät erotetaan hyötykuormasta, jonka jälkeen ainakin kahden eri kontekstin mukaisesti kompressoitujen otsikkokentät siirretään niille varattuja loogisia yhteyksiä käyttäen. Konteksti kuvaa kompressoinnin senhetkisiä ominaisuuksia eli
35 sitä, miten otsikkokentät on kompressoitu. On huomioitava, että kompressoinnin konteksti voi olla myös sellainen, että otsikkokenttää ei kompressoitaisi ol-

lenkaan. Vastaanottopäässä eri loogisista yhteyksistä saadut kompressoidut otsikkokentät voidaan rekonstruoida ja yhdistää hyötykuormiin. Loogisella yhteydellä tarkoitetaan siirtoyhteyserroksen (L2) yhteyttä datan siirtoon matka-
viestimen ja pakettiradioverkon välillä.

5 Tästä saavutetaan se huomattava etu, että eri tavalla kompressoituja otsikkokenttiä varten voidaan valita ominaisuuksiltaan erilaisia loogisia yhteyksiä, jolloin dataa voidaan siirtää optimaalisemmin ja langattomassa tietoliikennejärjestelmässä radiokanavien kapasiteetti voidaan käyttää tehokkaammin.

10 Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti loogiset yhteydet varataan eri kompressointitilan otsikkokentille. Tällöin voidaan eri laajuudessa kompressoidut otsikkokentät välittää erityyppisiä loogisia yhteyksiä käyttäen.

Kuvioiden lyhyt selostus

15 Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

Kuvio 1 esittää lohkoakaaviona UMTS-järjestelmän yksinkertaistettua rakennetta;

20 Kuviot 2a ja 2b esittävät UMTS:n pakettidatapalvelun protokollapiirrokset noja kontrollisignalointiin ja käyttäjädatan välittämiseen;

Kuvio 3 esittää lohkoakaaviona siirtymiä ROHC:n eri kompressointitilojen välillä;

Kuvio 4 esittää RLC- ja PDCP-kerroksia keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa järjestelmässä; ja

25 Kuvio 5 esittää vuokaaviona keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista menetelmää.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Keksinnön mukaista menettelyä kuvataan seuraavassa esimerkinomaisesti UMTS-järjestelmän yhteydessä. Keksintöä voidaan kuitenkin soveltaa missä tahansa tietoliikennejärjestelmässä, jossa kompressoidaan välitettävien IP-pakettien otsikkokenttiä. Keksinnön mukaista menettelyä voidaan edullisesti soveltaa esimerkiksi ns. toisen sukupolven matkaviestinjärjestelmien jatkokehityshankkeissa, kuten GERAN:ssa (GSM/Edge Radio Access Network).

Kuvio 1 käsittää vain keksinnön selittämisen kannalta UMTS-järjestelmän oleelliset lohkot, mutta alan ammattimiehelle on selvää, että tavanomaiseen matkaviestinjärjestelmään sisältyy lisäksi muitakin toimintoja ja rakenteita, joiden tarkempi selittäminen ei tässä ole tarpeen. Matkaviestinjärjestelmän pääosat ovat runkoverkko CN (Core Network) ja UMTS-matkaviestinjärjestelmän maanpäällinen radioverkko UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), jotka muodostavat matkaviestinjärjestelmän kiinteän verkon, sekä matkaviestin tai tilaajapääte laite UE (User Equipment). CN:n ja UTRAN:in välinen rajapinta on nimeltään lu, ja UTRAN:in ja UE:n välinen ilmarajapinta on nimeltään Uu.

UTRAN muodostuu tyypillisesti useista radioverkkoalijärjestelmistä RNS (Radio Network Subsystem), joiden välinen rajapinta on nimeltään lur (ei kuvattu). RNS muodostuu radioverkko-ohjaimesta RNC (Radio Network Controller) ja yhdestä tai useammasta tukiasemasta BS, joista käytetään myös termiä B-solmu (node B). RNC:n ja BS:n välinen rajapinta on nimeltään lub. Tyypillisesti tukiasema BS huolehtii radiotien toteutuksesta ja radioverkko-ohjain RNC hallinnoi ainakin seuraavia asioita: radioresurssien hallinta, solujen välisen kanavanvaihdon kontrolli, tehonsäätö, ajastus ja synkronointi, tilaajapääte laitteen kutsuminen (paging). UE ja BS käsittävät radorajapinnan yli tiedonsiirron tarjoavat lähetinvastaanottimet.

Runkoverkko CN muodostuu UTRAN:in ulkopuolisesta matkaviestinjärjestelmään kuuluvasta infrastruktuurista. Runkoverkossa matkaviestin-keskus/vierailijarekisteri 3G-MSC/VLR (Mobile Switching Centre/ Visitor Location Register) on yhteydessä kotirekisteriin HLR (Home Location Register) ja edullisesti myös älyverkon ohjauspisteeseen SCP (Service Control Point). Kotirekisteri HLR ja vierailijarekisteri VLR käsittävät tietoa matkaviestintilaajista: kotirekisteri HLR käsittää tiedot matkaviestinverkon kaikista tilaajista sekä näiden tilaamista palveluista ja vierailijarekisteri VLR käsittää tietoja tietyn matkaviestin keskuksen MSC alueella vierailevista matkaviestimistä. Yhteys pakettiradiojärjestelmän operointisolmuun 3G-SGSN (Serving GPRS Support Node) muodostetaan rajapinnan Gs' välityksellä ja kiinteään puhelinverkkoon PSTN/ISDN yhdyskäytävä matkaviestin keskuksen GMSC (Gateway MSC, ei kuvattu) kautta. Sekä matkaviestin keskuksen 3G-MSC/VLR että operointisolmun 3G-SGSN yhteys radioverkkoon UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) tapahtuu rajapinnan lu välityksellä. On huomattava, että UMTS-järjestelmä on suunniteltu siten, että runkoverkko CN voi olla identtinen esi-

merkiksi GSM-järjestelmän runkoverkon kanssa, jolloin koko verkkoinfrastruktuuria ei tarvitse rakentaa uudelleen.

UMTS-järjestelmä käsittää siis myös pakettiradiojärjestelmän, joka on toteutettu pitkälti GSM-verkkoon kytketyn GPRS-järjestelmän mukaisesti, mistä johtuu myös verkkoelementtien nimissä olevat viittaukset GPRS-järjestelmään. UMTS:n pakettiradiojärjestelmä voi käsittää useita yhdyskäytävä- ja operointisolmuja ja tyypillisesti yhteen yhdyskäytäväsolmuun 3G-GGSN on kytketty useita operointisolmuja 3G-SGSN. Operointisolmun 3G-SGSN tehtävänä on havaita pakettiradioyhteyksiin kykenevät matkaviestimet palvelualueellaan, lähettää ja vastaanottaa datapaketteja kyseisiltä matkaviestimiltä sekä seurata matkaviestimien sijaintia palvelualueellaan. Edelleen operointisolmu 3G-SGSN on yhteydessä kotirekisteriin HLR rajapinnan Gr kautta. Kotirekisteriin HLR on talletettu myös pakettiradiopalveluun liittyviä tietueita, jotka käsittävät tilaajakohtaisten pakettidataprotokollien sisällön.

Yhdyskäytäväsolmu 3G-GGSN toimii yhdyskäytävässä UMTS-verkon pakettiradiojärjestelmän ja ulkoisen dataverkon PDN (Packet Data Network) välillä. Ulkoisia dataverkkoja voivat olla esimerkiksi toisen verkkooperaattorin UMTS- tai GPRS-verkko, Internet, X.25-verkko tai yksityinen lähiverkko. Yhdyskäytäväsolmu 3G-GGSN on yhteydessä kyseisiin dataverkkoihin rajapinnan Gi kautta. Yhdyskäytäväsolmun 3G-GGSN ja operointisolmun 3G-SGSN välillä siirrettävät datapaketit ovat aina tunnelointiprotokollan GTP (Gateway Tunneling Protocol) mukaisesti kapseloituja. Yhdyskäytäväsolmu 3G-GGSN sisältää myös matkaviestimille aktivoitujen PDP-kontekstien (Packet Data Protocol) osoitteet ja reititystiedot ts. 3G-SGSN-osoitteet. Reititystietoa käytetään siten datapakettien linkittämiseen ulkoisen dataverkon ja operointisolmun 3G-SGSN välillä. Yhdyskäytäväsolmun 3G-GGSN ja operointisolmun 3G-SGSN välinen verkko on IP-yhteyskäytäntöä, edullisesti IPv6 (Internet Protocol, version 6) hyödyntävä verkko.

Kuviot 2a ja 2b esittävät UMTS:n protokollapinoja kontrollisignalointiin (control plane) ja käyttäjädatan välittämiseen (user plane) UMTS-järjestelmän pakettiradiopalvelussa. Kuviossa 2a kuvataan matkaviestimen MS ja runkoverkon CN välistä kontrollisignalointiin käytettävää protokollapinoa. Matkaviestimen MS liikkumista (MM, Mobility Management), puheluiden ohjausta (CC, Call Control) ja päätelaitteyhteyksien hallintaa (SM, Session Management) signaloidaan ylimmillä protokollakerroksilla matkaviestimen MS ja runkoverkon CN välillä siten, että välissä olevat tukiasemat BS ja radioverkko-

ohjain RNC ovat transparentteja tälle signaloinnille. Radioresurssien hallintaa matkaviestimien MS ja tukiasemien BS välisellä radioyhteydellä ohjaa radioresurssien hallintajärjestelmä (RRM, Radio Resource Management), joka välittää radioverkko-ohjaimelta RNC ohjaustietoja tukiasemille BS. Nämä matkaviestinjärjestelmän yleiseen hallintaan liittyvät toiminnallisuudet muodostavat joukon, jota kutsutaan runkoverkkoprotokolliksi (CN protocols), toiselta nimeltään Non-Access Stratum. Vastaavasti matkaviestimen MS, tukiaseman BS ja radioverkko-ohjaimen RNC välillä tapahtuva radioverkon ohjaukseen liittyvä signalointi suoritetaan protokollakerroksilla, joita kutsutaan yhteisellä nimellä radioverkkoprotokollat (RAN protocols) eli Access Stratum. Näitä ovat alimalla tasolla olevat siirtoprotokollat, joiden välittämää kontrollisignalointia siirretään ylemmille kerroksille edelleen käsiteltäväksi. Ylemmistä Access Stratum-kerroksista olennaisin on radioresurssien ohjausprotokolla (RRC, Radio Resource Control), joka vastaa mm. matkaviestimen MS ja radioverkon UT-RAN välisten loogisten yhteyksien muodostamisesta, konfiguroinnista, ylläpitämisestä ja katkaisemisesta sekä runkoverkosta CN ja radioverkosta RAN tulevan ohjausinformaation välittämisestä matkaviestimille MS. Lisäksi radioresurssien ohjausprotokolla RRC vastaa radioresurssien hallintajärjestelmän RRM ohjeiden mukaisesti riittävän kapasiteetin varaamisesta päätelaiteyhteydelle esimerkiksi sovellusperusteisessa kapasiteettivarauksessa.

UMTS:n pakettivälitteisen käyttäjädatan välityksessä käytetään kuvion 2b mukaista protokollapinoa. Radioverkon UTRAN ja matkaviestimen MS välisellä rajapinnalla Uu alemman tason tiedonsiirto fyysisellä kerroksella tapahtuu WCDMA- tai TD-CDMA-protokollan mukaisesti. Fyysisen kerroksen päällä oleva MAC-kerros välittää datapaketteja fyysisen kerroksen ja RLC-kerroksen välillä ja RLC-kerros vastaa eri loogisten yhteyksien radiolinkkien hallinnasta. RLC:n toiminnallisuudet käsittävät mm. lähetettävän käyttäjädatan (RLC-SDU) segmentoinnin yhteen tai useampaan RLC-datapakettiin RLC-PDU. RLC:n päällä olevan PDCP-kerroksen datapakettien (PDCP-PDU) käsittämät IP-otsikkokentät voidaan optionaalisesti kompressoitua. Tämän jälkeen PDCP-PDU:t luovutetaan RLC:lle ja ne vastaavat yhtä RLC-SDU:ta. Käyttäjädatta ja RLC-SDU:t segmentoidaan ja välitetään sitten RLC-kehyksissä, joihin on lisätty tiedonsiirron kannalta olennaista osoite- ja tarkistusinformaatioita. RLC-kerros huolehtii myös vahingoittuneiden kehysten uudelleenlähetyksestä. PDCP, RLC ja MAC muodostavat siirtoyhteyksikerroksen. Operointisolmu 3G-SGSN vastaa matkaviestimeltä MS radioverkon RAN

kautta tulevien datapakettien reitityksestä edelleen oikealle yhdyskäytäväsolmulle 3G-GGSN. Tällä yhteydellä käytetään tunnelointiprotokollaa GTP, joka koteloi ja tunneloi kaiken runkoverkon kautta välitettävän käyttäjätiedon ja signaaloinnin. GTP-protokollaa ajetaan runkoverkon käyttämän IP:n päällä.

5 Seuraavassa esitellään keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista otsikkokenttien kompressointimenetelmää ROHC. Kyseisen kompressointimenetelmän tarkemman kuvauksen osalta viitataan vielä kesken-eräiseen Internet-draftiin "Robust Header Compression (ROHC)", versio 04, 11.10.2000.

10 Eräs ROHC:n kehittelyn taustalla olevia ajatuksia on, että datapakettien välityksessä käytettävien lukuisten otsikkokenttien välillä on runsaasti redundanssia paitsi datapakettien sisällä, niin myös niiden välillä. Toisin sanoen, suuri osa otsikkokenttien informaatioista ei muutu lainkaan datapakettien välityksen aikana, jolloin otsikkokenttien käsittämä informaatio on helppo
15 rekonstruoida, vaikkei sitä välitetä lainkaan. Ainoastaan pieni osa otsikkokentistä on sellaisia, joiden käsittämän informaation suhteen on oltava tarkkana kompressoinnissa.

Eri kompressointimenetelmissä sekä kompressorille että dekompressorille määritellään tyypillisesti konteksti, joka on tila, jonka mukaisesti
20 kompressorin kompressoimalla lähetettävän otsikkokentän ja dekompressorin dekompressoimalla vastaanotetun otsikkokentän. Tyypillisesti konteksti käsittää lisäksi kompressoimattoman version edellisestä otsikkokentästä, joka on lähetetty (kompressorin) tai vastaanotettu (dekompressorin) tiedonsiirtoyhteyden yli. Lisäksi konteksti voi käsittää datapakettivuota identifioivia erilaisia tietoja, kuten
25 datapakettien jaksonumeroita tai aikaleimoja. Täten konteksti käsittää tyypillisesti sekä staattista informaatiota, joka pysyy samana koko datapakettivuolle, että dynaamista informaatiota, joka muuttuu datapakettivuon aikana, mutta usein jonkin määritettävän kuvion mukaisesti. Konteksti käsittää tietoa kompressiotilasta (compress state) ja kompressiomoodista.

30 ROHC käsittää useita kompressointitiloja, jolloin kompressoinnin tehokkuus kasvaa aina siirryttäessä ylempään tilaan. ROHC pyrkii aina käyttämään tehokkainta mahdollista kompressointia, kuitenkin niin, että ennen siirtymistä seuraavaan tilaan varmistetaan aina kulloisenkin tilan riittävä toiminnan varmuus. IP (Internet Protocol), UDP (User Datagram protocol) ja RTP
35 (Real-Time Protocol) protokollien otsikkokenttien kompressoinnin yhteydessä ROHC:n käyttämät kompressointitilat ovat aloitus/päivitystilä (IR, Initiati-

on/Refresh), ensimmäinen tila (FO, First Order) ja toinen tila (SO, Second Order), joiden välisiä siirtymisiä kuvataan kuvion 3 mukaisella kaaviolla. IR-tilaa käytetään kontekstin luomiseen dekompressorille tai virhetilanteesta toipumiseen. Kompressorin siirtyä IR-tilaan aloitettaessa otsikkokenttien kompressointi, 5 dekompressorin esittämästä pyynnöstä tai päivitysajastimen umpeutuessa. IR-tilassa kompressorin lähettää IR-otsikkokenttiä kompressoimattomassa muodossa. Kompressorin pyrkii siirtymään ylempään tilaan, kun dekompressorin vastaanottamasta päivitysinformaatiosta saadaan varmuus. Eri kompressointitilojen väliseen siirtymiseen vaikuttavia tekijöitä ovat peräkkäisten otsikkokenttien vaihtelu, dekompressorilta saatavat positiiviset ja negatiiviset kuittaukset 10 sekä kuittausten puuttuessa määrättyjen jaksollisten laskureiden umpeutuminen. Ylemmästä kompressointitilasta voidaan vastaavasti tarvittaessa siirtyä alempaan tilaan.

FO-tilaa käytetään datapakettivuon otsikkokentissä olevien epä- 15 säännöllisyyksien informoimiseen vastaanottajalle. IR-tilan jälkeen kompressorin toimii FO-tilassa tilanteessa, jossa otsikkokentät eivät muodosta yhtenäistä kuviota (ts. peräkkäiset otsikkokentät muuttuvat satunnaisesti siten, että muutoksia ei voida ennakoita) tai kompressorin ei voi olla varma, onko dekompressorin vastaanottanut otsikkokenttien yhtenäisen kuvion määrittelevät parametrit. 20 Tämä on tyypillinen tilanne esimerkiksi aloitettaessa puheen välittäminen, erityisesti ensimmäisten puhepurskeiden aikana. FO-tilassa kompressorin lähettää kompressoituja FO-otsikkokenttiä. Kompressorin pyrkii taas siirtymään ylempään tilaan, kun otsikkokentät muodostavat yhtenäisen kuvion ja saadaan varmuus siitä, että dekompressorin on vastaanottanut yhtenäisen kuvion parametrit. 25 FO-tilan datapaketit käsittävät tyypillisesti kontekstin päivitystietoa, jolloin onnistunut dekompressointi edellyttää myös peräkkäisten FO-otsikkokenttien onnistunutta välittämistä. Täten dekompressointiprosessin onnistuminen on sensitiivinen kadonneille tai vahingoittuneille FO-tilan paketeille.

SO-tilassa kompressointi on optimaalista. Otsikkokentät muodostavat 30 yhtenäisen kuvion, joita kompressorin kuvaa kompressoituilla SO-otsikkokentillä, jotka käytännössä ovat datapakettien jaksonumeroita. Dekompressorille välitetään jo FO-tilassa tieto otsikkokenttien yhtenäisen kuvion määrittelevistä parametreista, joiden parametrien ja vastaanotetun jaksonumeron perusteella dekompressorin pystyy ekstrapoloimaan alkuperäiset otsikkokentät. 35 Koska SO-tilassa lähetetyt datapaketit ovat käytännössä riippumattomia toisistaan, on myös dekompressoinnin virheherkkyys alhainen. Kun otsik-

kokentät eivät enää muodosta yhtenäistä kuviota, kompressorin siirtyä takaisin FO-tilaan.

Myös dekompressoinnille on määritetty kolme eri tilaa, jotka ovat si-
doksissa dekompressorin kontekstimäärittelyyn. Dekompressorin aloittaa toi-
5 mintansa aina alimmasta tilasta, jolloin kontekstia ei ole vielä määritetty (No
Context). Tällöin dekompressorin ei ole vielä dekompressoitu ainuttakaan da-
tapakettia. Kun dekompressorin on dekompressoitu ensimmäisen datapakettin,
joka käsittää sekä staattisen että dynaamisen konteksti-informaation, voi de-
kompressorin siirtyä suoraan keskimmäisen tilan (Static Context) yli aina ylim-
10 pään tilaan (Full Context). Ylimmässä tilassa tapahtuvien useiden virhetilantei-
den seurauksena dekompressorin siirtyä keskimmäiseen tilaan, mutta tyypilli-
sesti jo yksikin onnistuneesti dekompressoitu datapaketti palauttaa dekom-
pressorin ylimpään tilaan.

Eri kompressoititilojen lisäksi ROHC:een on määritetty kolme eri
15 toimintamoodia: yksisuuntainen moodi (U-moodi), kaksisuuntainen optimisti-
nen moodi (O-moodi) ja kaksisuuntainen luotettava moodi (R-moodi), jotka
esitetään kuvion 2 mukaisessa kaaviossa. Kuvion 2 mukaisesti jokainen edellä
kuvatuista kompressoititiloista (IR, FO, SO) toimii jokaisessa moodissa, mutta
kukin moodi toimii kussakin tilassa omalla tavallaan ja tekee myös päätökset
20 siirtymisistä tilojen välillä omalla tavallaan. Toimintamoodin valinta kuhunkin
kompressoititilanteeseen riippuu käytettävän tiedonsiirtoyhteyden paramet-
reista, kuten paluukanavan käyttömahdollisuudesta, virhetodennäköisyyksistä
ja -jakaumista, otsikkokenttien koon vaihtelun vaikutuksista ym.

ROHC:n kolme toimintamoodia ja kolme kompressoititilaa muo-
25 dostavat erilaisia operointitilanteita otsikkokenttien kompressoinnille, joissa
kussakin tilanteessa pitää määritellä kompressorin ja dekompressorin toiminta
sekä pakettien välitys näiden välillä. ROHC:ssä käytetään erilaisia paketteja
eri operointitilanteiden mukaisiin tarkoituksiin. Tällä hetkellä ROHC:een on
määritetty kuusi erilaista datapakettityyppiä, joista neljää käytetään lähetyk-
30 seen kompressorilta dekompressorille ja kahta paluukanavadatapaketteina
dekompressorilta kompressorille. Käytettävien datapakettityyppien määrä
saattaa muuttua tulevaisuudessa, mutta kaikille datapakettityypeille on omi-
naista se, että jokaiseen datapakettiin voidaan liittää kulloinkin käytettävän
kontekstin määrittelevä kontekstitunniste CID (Context Indicator) ennen pake-
35 tin lähettämistä siirtotielle.

Kuviossa 4 on esitetty RLC- ja PDCP-kerroksia erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa UMTS-järjestelmässä. Jokaiselle PDP-kontekstille varataan yksi PDCP-entiteetti. Lähettäjä-PDCP ja vastaanottaja-PDCP käsitteävät kompressor-dekompressoriparin välitettävien datapakettien kompressoimiseksi ja vastaanotettujen datapakettien dekompressoimiseksi. Jokainen PDCP-entiteetti voi käyttää yhtä tai useampaa otsikkokentän kompressointialgoritmia tai olla käyttämättä yhtäkään. Useampi PDCP-entiteetti voi myös käyttää samaa algoritmia. UMTS-järjestelmässä otsikkokenttien kompressointi välitettävälle datapaketeille ja dekompressointi vastaanotettaville datapaketeille suoritetaan siis konvergenssiprotokollakerroksella PDCP. Edellä esitetyn ROHC:n lisäksi PDCP edullisesti tukee muitakin kompressointialgoritmeja, kuten IETF:n RFC2507:n mukaista algoritmia, jossa kompressoinnilla voi myös olla useita konteksteja.

PDCP-entiteetti voidaan sovittaa (map) useaan RLC-entiteettiin, jolloin yhdelle PDCP-entiteetille voidaan tarjota useita loogisia yhteyksiä LC1-LC3. Hyötykuormalle ja eri tavalla (eri konteksti) kompressoitaville otsikkokentille varataan omat loogiset yhteydet LC1-LC3. Lähetettävistä IP-paketeista erotetaan hyötykuorma ja otsikkokentät ja välittää kompressoinnin jälkeen eri tavalla kompressoituvat otsikkokentät erillisiä loogisia yhteyksiä LC1-LC3 käyttäen. Näin ollen PDCP-entiteetti voi käyttää ainakin kahden eri kontekstin (lähinnä eri kompressointitilan ja/tai moodin) mukaisesti kompressoitaville otsikkokentille eri loogisia yhteyksiä. Myös hyötykuorma voidaan kuljettaa useaa eri loogista yhteyttä käyttäen.

Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti eri kompressointitiloille varataan eri loogiset yhteydet. Erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti LC1 varataan aloitus/päivitystilan otsikkokentille, LC2 hyötykuormalle ja LC3 ensimmäisen ja toisen tilan FO/SO otsikkokentille. Näin saadaan kompressoimattomat aloitus/päivitystilan otsikkokentät erotettua kompressoitavista otsikkokentistä. On myös mahdollista, että signaalintidatalle varataan oma looginen yhteys.

Kuviosta 4 poiketen, yhdessä PDP-kontekstissa saatetaan välittää usean eri sovelluksen dataa, jolloin datavuot on erotettava PDCP-kerroksella ja niillä on oltava eri kompressointikontekstit. PDCP-kerros voidaan periaatteessa toiminnallisesti toteuttaa myös siten, että useita PDP-konteksteja multipleksataan PDCP-kerroksessa, jolloin RLC-kerroksessa yksi RLC-entiteetti

vastaanottaa usean eri sovelluksen dataa. Tässäkin tapauksessa eri tavalla kompressoitua otsikkokentät voidaan välittää eri loogisia yhteyksiä käyttäen.

Kuviossa 5 on esitetty vuokaavion avulla keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista menetelmää. Ylempien runkoverkkoprotokollien toimesta aktivoidaan 501 PDP-konteksti matkaviestimen UE ja UMTS-verkon välille. RRC-entiteeteille indikoidaan verkkotason protokollatyyppi PDP-kontekstin aktivoinnin yhteydessä, jonka perusteella RRC-entiteetit valitsevat 502 PDPCP-entiteetille käytettävän kompressointialgoritmin ja algoritmia ohjaavat parametrit. Varattavat loogiset yhteydet ja niiden parametrit määritetään 503 RRC-protokollaentiteettien välillä. Verkon radioresurssien hallintaentiteetti (RRM) päättää esimerkiksi sovelluskohtaisesti, kuinka loogiset yhteydet valitaan ja ohjaa RRC-entiteettiä. Matkaviestimeen UE määritetään loogiset yhteydet RRC-signaalointina RNC:stä. Parametrit määritetään 503 siirrettävän datan ominaisuuksien mukaan, jolloin radioresursseja voidaan käyttää optimaalisesti. Eri kontekstin mukaisille otsikkokentille varataan edullisesti ainakin eri radioyhteyden ominaisuusparametrit (radio bearer parameters). Tällöin eri loogisille yhteyksille käytettäviä radiokehyksien kokoa voidaan säätää. Kompressoimattomille otsikkokentille voidaan esimerkiksi valita suuremman kais-
tanleveyden ja suuremman bittivirhesuhteen tarjoava looginen yhteys kuin
kompressoituille otsikkokentille.

RRC-entiteetti on yhteydessä PDPCP-entiteettiin kuviossa 4 esitetyn PDPCP-C-SAP-pisteen (PDPCP Control Service Access Point) kautta, jolloin käytettävästä kompressointialgoritmista ilmoitetaan PDPCP-entiteetille ja looginen yhteys sovitetaan 504 PDPCP-entiteettiin.

Datan välityksessä konvergenssientiteetissä PDPCP erotetaan 505 välitettävän paketin otsikkokentät ja hyötykuorma. Otsikkokentät kompressoit-
daan 506 neuvotellun kompressointialgoritmin ja kompressoinnin kontekstin mukaisesti. Edullisesti kyseessä on siis IP-paketti, jolloin ainakin IP-otsikkokenttä ja TCP- tai UDP-otsikkokenttä kompressoitetaan. Jos kyseessä on RTP:tä käyttävä reaaliaika-sovellus, myös RTP-otsikkokenttä kuuluu kom-
pressoitaviin otsikkokenttiin. PDPCP tarkastaa kompressoitua otsikkokentän kontekstin ja välittää 507 kompressoitua otsikkokentän kontekstin, edullisesti kompressointitilan, mukaista loogista yhteyttä käyttäen. Hyötykuorma välite-
tään 507 sille varattua ainakin yhtä loogista yhteyttä käyttäen.

Konvergenssientiteetissä PDPCP dekompressoitaa 508 vastaan-
otetun datan otsikkokentät valitun kompressointialgoritmin ja kompressoinnin

kontekstin mukaisesti. Otsikkokentät ja hyötykuorma yhdistetään 509 vastaanottajan konvergenssientiteetissä. Kokonaiset IP-paketit välitetään 510 ylemmille tasoille.

- 5 yhteydet puretaan tyypillisesti, kun konvergenssiprotokollaentiteetti poistetaan. Myös hyötykuormaa varten voidaan varata useita loogisia yhteyksiä, joiden kautta pilkottuja hyötykuorman osia siirretään ja yhdistetään jälleen vastaanotossa.

- 10 Datan oikeelliseksi yhdistämiseksi vastaanottopäässä on oltava järjestettynä puskurointi tai on muuten huolehdittava eri loogisia yhteyksiä käyttäen siirrettävän datan viive-erojen minimoimisesta. Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti loogisia yhteyksiä varten käytettävät kanavat synkronoidaan. Reaaliaikasovellusten dataa siirrettäessä datan samanaikaisuudesta huolehtiminen on parempi ratkaisu kuin puskurointi.

- 15 Jotta saman IP-paketin otsikkokenttä ja hyötykuorma voidaan yhdistää, loogisten yhteyksien on tarjottava luotettava datansiirto esimerkiksi pakettien sekvenssinumerointia ja kuittauksia käyttämällä. Toisaalta reaaliaikasovellusten osalta viive on kriittinen, jolloin riittää, että havaitaan, minkä paketin osalta hyötykuorma ja/tai otsikkokentät ovat virheellisiä tai puuttuvat. Tällöin kyseinen paketti voidaan jättää välittämättä eikä eri paketin otsikkokenttiä ja hyötykuormia yhdistetä (509). Tätä tarkoitusta varten RNC:n ja MS:n PDCP-entiteetteihin voidaan järjestää virhekontrolli, joka havaittujen virheiden perustella päättää, välitetäänkö data ylemmille kerroksille. Virheentarkastus voidaan järjestää jokaiselle loogiselle yhteydelle erikseen.

- 25 Keksintö soveltuu minkä tahansa sovelluksen datan siirtoon. Erityisesti WB AMR-koodekin vaatima kapasiteetti voidaan saada huomattavasti pienemmäksi, kun käytetään useita eri loogisia yhteyksiä hyötykuorman ja otsikkokenttien siirrossa.

- 30 Keksinnöstä saavutetaan myös eräs ROHC:n käyttöön liittyvä etu. Yksi kompressoitientiteetti saattaa hoitaa usean samaa PDP-kontekstia hyödyntävän sovelluksen datan kompressoinnin, jolloin eri datavuot on erotettava toisistaan eri kontekstitunnisteilla CID. Eri sovellusten otsikkokentät ja hyötykuorma voidaan kuitenkin siirtää eri loogisia yhteyksiä käyttäen. Tällöin radio-rajapinta-resurssien käyttö vähenee, koska CID-tunnisteita ei tarvita.

Keksintö voidaan toteuttaa ohjelmallisesti matkaviestimessä MS ja radioverkko-ohjaimessa RNC niiden prosessoreita, muistia ja liityntöjä käyttäen. Myös kovo-ratkaisuja voidaan käyttää.

- 5 Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot eivät siten rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä hyötykuormaa ja otsikkokenttiä käsittävän IP-datan siirtämiseksi, jossa menetelmässä kompressoidaan ja dekompressoidaan IP-pakettien otsikkokenttiä, t u n n e t t u siitä, että:

- 5 varataan ainakin kaksi loogista yhteyttä eri kontekstien mukaisesti kompressoitujen otsikkokenttien siirtoa varten, ja välitetään eri kontekstien mukaisesti kompressoitua mainittua otsikkokenttää eri loogisia yhteyksiä käyttäen.

- 10 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

varataan looginen yhteys aloitus/päivitystilan otsikkokentille ja looginen yhteys ensimmäisen tilan otsikkokentille ja toisen tilan otsikkokentille, ja välitetään kompressoitua otsikkokenttää käyttäen kompressoitilan

15 perusteella toista mainituista kahdesta loogisesta yhteydestä.

3. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, jossa käytetään radioresurssien ohjausprotokollaa radioresurssien hallintaan, t u n n e t t u siitä, että

- 20 signaloidaan mainittujen loogisten yhteyksien parametrit RRC-protokollaentiteettien välillä, liitetään mainittu loogiset yhteydet pakettidatikonvergenssi-protokollakerroksen entiteettiin, rekonfiguroidaan mainittuja loogisia yhteyksiä tarvittaessa, ja
- 25 puretaan mainittu loogiset yhteydet vasteena sille, että mainittu konvergenssi-protokollakerroksen entiteetti poistetaan.

4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, jossa kompressoitua ohjataan matkaviestinjärjestelmän pakettidatikonvergenssi-protokollakerroksella, t u n n e t t u siitä, että
- 30 erotetaan mainituissa konvergenssi-protokollakerroksessa lähetettävän IP-paketin otsikkokenttät ja hyötykuorma,

- kompressoidaan otsikkokenttät valitun kompressoitialgoritmin ja kompressoitikontekstin mukaisesti,
- 35 välitetään hyötykuorma sille varatussa loogisessa yhteydessä ja otsikkokenttät niille kontekstin mukaisesti varatuissa loogisissa yhteyksissä,

dekompressoidaan vastaanottajan konvergenssiprotokollakerroksessa loogisista yhteyksistä vastaanotetut otsikkokentät neuvotellun kompressointialgoritmin ja kompressointikontekstin mukaisesti, ja

yhdistetään otsikkokentät ja hyötykuorma vastaanottajan konvergenssiprotokollakerroksella.

5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

varataan eri kontekstien mukaisesti kompressoituja otsikkokenttiä varten varattaville mainituille loogisille yhteyksille ainakin eri radioyhteyden ominaisuusparametrit (radio bearer parameters).

6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

synkronoidaan mainittuja loogisia yhteyksiä varten käytettävät kanavat.

7. Tietoliikennejärjestelmä, joka käsittää kompressointivälineet siirrettävien IP-pakettien otsikkokenttien kompressoimiseksi ja dekompressoimiseksi, tunnettu siitä, että:

tietoliikennejärjestelmä on järjestetty varaamaan ainakin kaksi loogista yhteyttä eri kontekstien mukaisesti kompressoitujen otsikkokenttien siirtoa varten, ja

tietoliikennejärjestelmä on järjestetty välittämään eri kontekstien mukaisesti kompressoitua mainitut otsikkokentät mainittuja eri loogisia yhteyksiä käyttäen.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen tietoliikennejärjestelmä, tunnettu siitä, että

tietoliikennejärjestelmä on järjestetty varaamaan ainakin kaksi loogista yhteyttä eri kompressointitilojen mukaisesti kompressoituja otsikkokenttien siirtoa varten ja ainakin yhden loogisen yhteyden hyötykuormaa varten.

9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen tietoliikennejärjestelmä, tunnettu siitä, että

tietoliikennejärjestelmä on järjestetty varaamaan eri kontekstien mukaisesti kompressoituja otsikkokenttiä varten varattaville mainituille loogisille yhteyksille ainakin eri radioyhteyden ominaisuusparametrit (radio bearer parameters).

5

10. Matkaviestin, joka käsittää datan siirtämistä pakettiradioverkkoon ja pakettiradioverkosta hoitavan siirtoyhteyshierroksen, t u n n e t t u siitä, että

10 matkaviestin on järjestetty, vasteena pakettiradioverkosta tulleele ohjeelle, varaamaan ainakin kaksi siirtoyhteyshierroksen loogista yhteyttä eri kontekstien mukaisesti kompressoitujen otsikkokenttien siirtoa varten, ja

siirtoyhteyshierros on järjestetty välittämään eri kontekstien mukaisesti kompressoitut mainitut otsikkokentät mainittuja eri loogisia yhteyksiä käyttäen.

15

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen matkaviestin, jossa radioreurssien ohjausprotokollakerros ohjaa siirtoyhteyshierroksen pakettidatikonvergenssi-protokollakerrosta, t u n n e t t u siitä, että

20 radioreurssien ohjausprotokollakerros on järjestetty, vasteena pakettiradioverkon radioreurssien ohjausprotokollakerroksen välittämälle ohjeelle, sovittamaan pakettidataprotokollakonvergenssierroksen entiteettiin loogiset yhteydet hyötykuormaa ja ainakin kahta eri kompressoinnin tilaa varten,

25 pakettidataprotokollakonvergenssierroksen entiteetti on järjestetty erottamaan lähetettävän IP-paketin hyötykuorman ja otsikkokentät, ja

pakettidataprotokollakonvergenssierroksen entiteetti on järjestetty välittämään hyötykuorman ja eri tilan mukaisesti kompressoitut otsikkokentät ja hyötykuorman niille varattuja loogisia yhteyksiä käyttäen.

30

12. Matkaviestinjärjestelmän radioverkko-ohjain, joka käsittää datan siirtämistä useaan matkaviestimeen ja useasta matkaviestimestä hoitavan siirtoyhteyshierroksen, t u n n e t t u siitä, että

35 radioverkko-ohjain on järjestetty varaamaan ainakin kaksi siirtoyhteyshierroksen loogista yhteyttä eri kontekstien mukaisesti kompressoitujen otsikkokenttien siirtoa varten, ja

siirtoyhteyskerros on järjestetty välittämään eri kontekstien mukaisesti kompressoidut mainitut otsikkokentät mainittuja eri loogisia yhteyksiä käyttäen.

- 5 13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen radioverkko-ohjain, jossa radioresurssien ohjausprotokollakerros ohjaa siirtoyhteyskerroksen pakettidatikonvergenssiprotokollakerrosta, t u n n e t t u siitä, että
- radioresurssien ohjausprotokollakerros on järjestetty välittämään matkaviestimen radioresurssien ohjausprotokollakerrokselle ohjeen loogisten
- 10 yhteyksien varaamisesta,
- radioresurssien ohjausprotokollakerros on järjestetty sovittamaan pakettidataprotokollakonvergenssikerroksen entiteettiin loogiset yhteydet hyötykuormaa ja ainakin kahta eri kompressoinnin tilaa varten,
- 15 pakettidataprotokollakonvergenssikerroksen entiteetti on järjestetty erottamaan lähetettävän IP-paketin hyötykuorman ja otsikkokentät, ja
- pakettidataprotokollakonvergenssikerroksen entiteetti on järjestetty välittämään hyötykuorman ja eri tilan mukaisesti kompressoidut otsikkokentät ja hyötykuorman niille varattuja loogisia yhteyksiä käyttäen.

(57) Tiivistelmä

Menetelmä hyötykuormaa ja otsikkokenttiä käsittävän IP-datan siirtämiseksi tietoliikennejärjestelmässä, jossa kompressoidaan ja dekompressoidaan IP-pakettien otsikkokenttiä. Ainakin kaksi loogista yhteyttä varataan eri kontekstien mukaisesti kompressoitujen otsikkokenttien siirtoa varten. Eri kontekstien mukaisesti kompressoitujen mainitut otsikkokentät välitetään eri loogisia yhteyksiä käyttäen.

(Kuvio 4)

L4

1/4

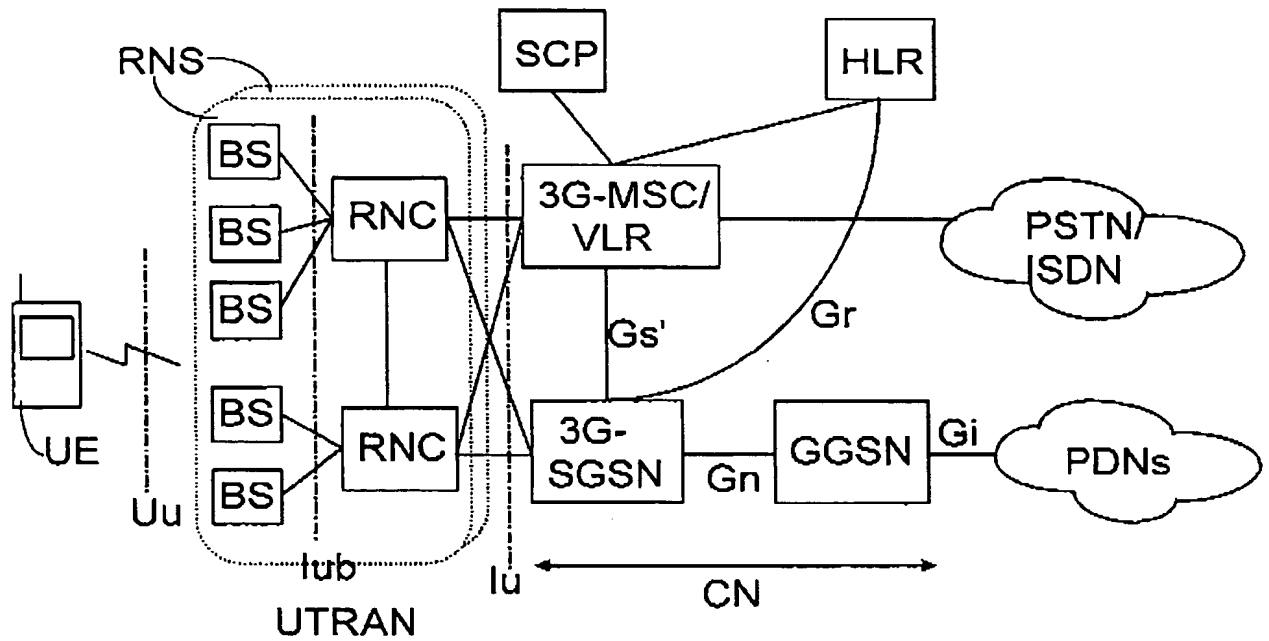


FIG. 1

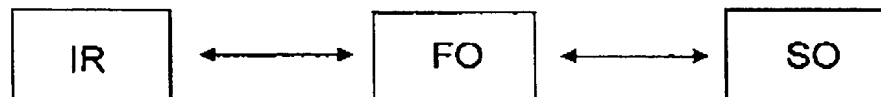


FIG. 3

L4

2/4

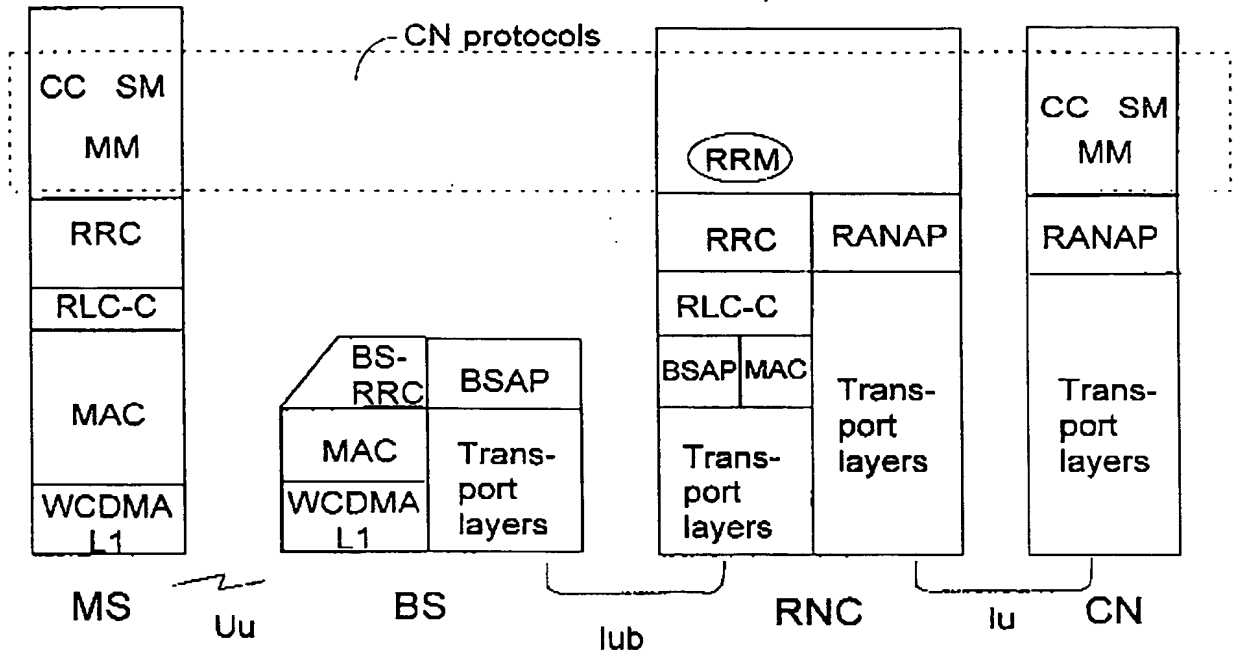


FIG. 2a

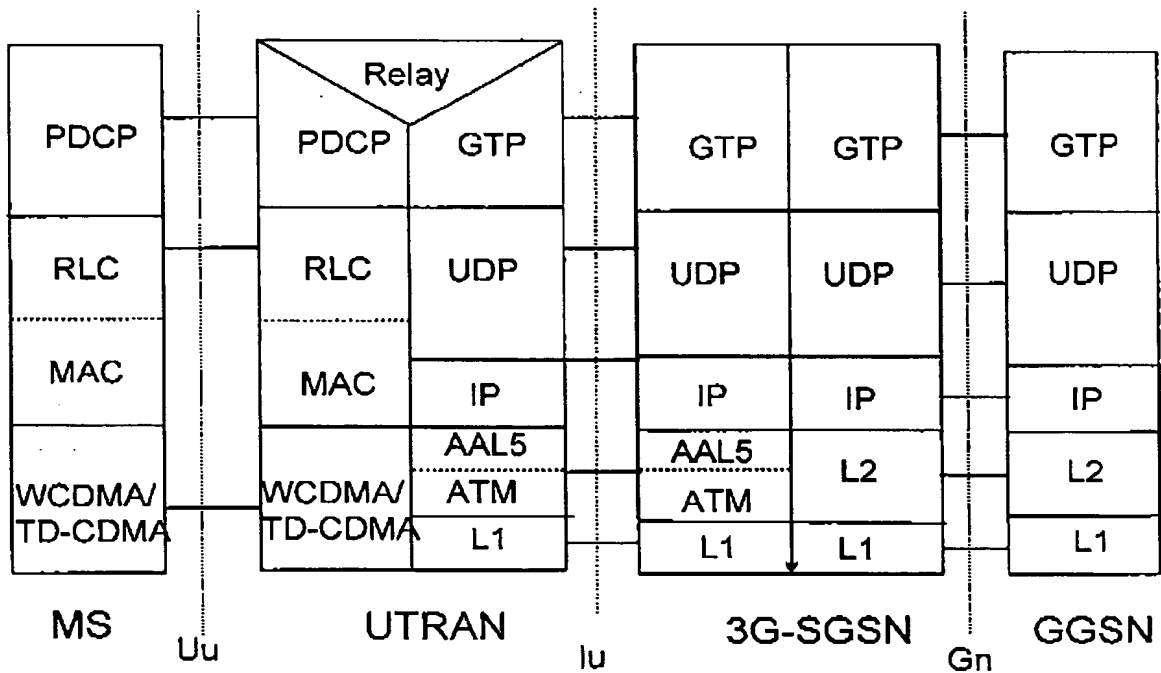


FIG. 2b

L4

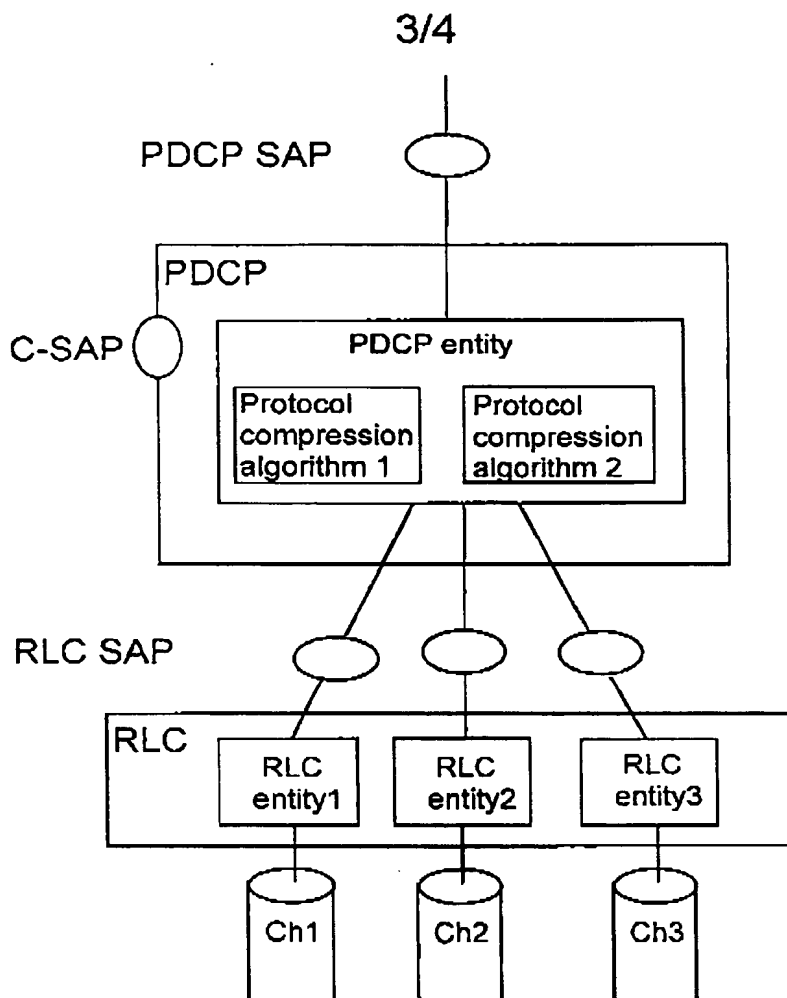


FIG. 4

4/4

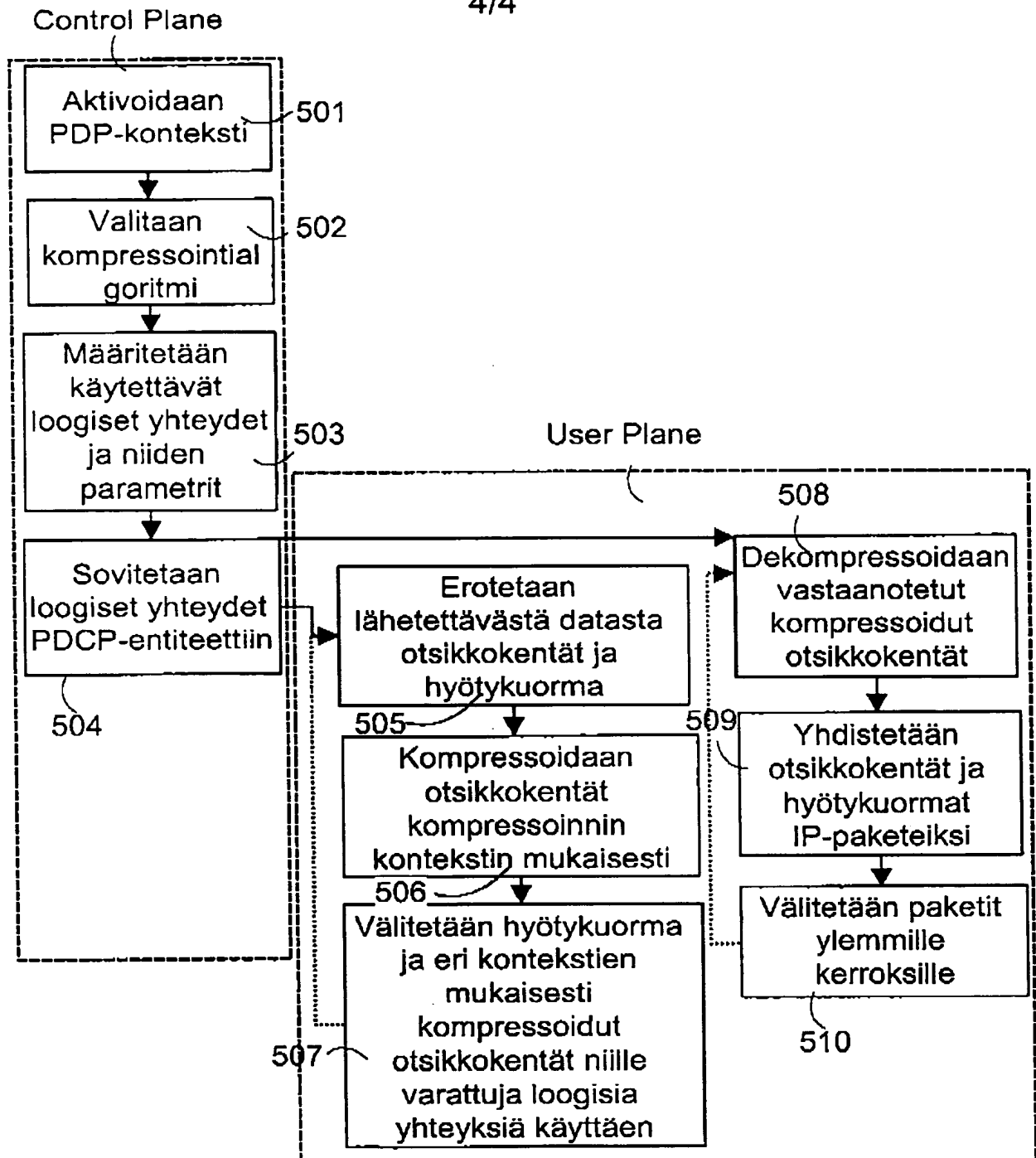


FIG. 5